

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2005年9月29日 (29.09.2005)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2005/091354 A1

(51)国際特許分類⁷:
B23K 35/26, H01L 23/12, H05K 3/34

(21)国際出願番号:
PCT/JP2005/004749

(22)国際出願日:
2005年3月17日 (17.03.2005)

(25)国際出願の言語:
日本語

(26)国際公開の言語:
日本語

(30)優先権データ:
特願2004-082467 2004年3月22日 (22.03.2004) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社
タムラ製作所 (TAMURA CORPORATION) [JP/JP]; 〒
1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 Tokyo (JP).

独立行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE
AND TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒 3320012
埼玉県川口市本町 4-1-8 Saitama (JP).

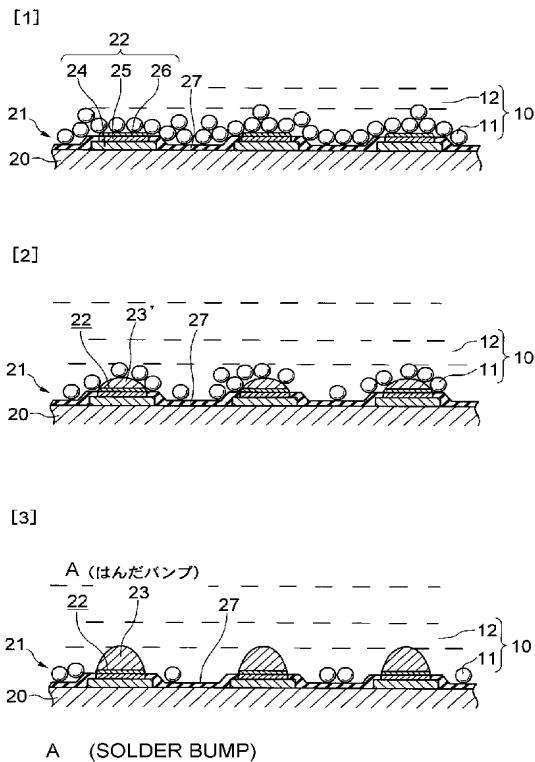
(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 坂本 伊佐雄
(SAKAMOTO, Isao) [JP/JP]; 〒 1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内
Tokyo (JP). 小野崎 純一 (ONOZAKI, Junichi) [JP/JP]; 〒 1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 古野 雅彦 (FURUNO,
Masahiko) [JP/JP]; 〒 1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 斎藤 浩司 (SAITO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒 1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 安藤 晴彦 (ANDOU, Haruhiko) [JP/JP]; 〒

[続葉有]

(54) Title: SOLDER COMPOSITION AND METHOD OF BUMP FORMATION THEREWITH

(54)発明の名称: はんだ組成物及びこれを用いたバンプ形成方法



(57) Abstract: A solder composition capable of in the bump formation on a substrate, simplifying the coating operation. There is provided solder composition (10) comprising a mixture of liquid substance (12) and solder particles (11), wherein the liquid substance (12) contains a flux component of organic acid whose reaction temperature for oxide film removal is in the vicinity of the melting point of the solder particles and has such a viscosity that the liquid substance flows at ordinary temperature and accumulates in the form of a layer on substrate (20). The solder particles (11) consist of a particulate agent that settles in the liquid substance (12) toward a solder base material, having a particle diameter and mixing ratio enabling uniform dispersion in the liquid substance (12). By application of this solder composition onto substrate (20) with pad electrode (22) followed by heating, solder particles (11) adhere to the pad electrode (22) having its surface oxide film removed through reaction with the flux component to thereby promote soldering between any solder film formed on the base material and the solder particles (11), and further, aggregation of the solder particles (11) can be inhibited by a reaction product of the flux component to thereby form unbridged solder bumps (23).

WO 2005/091354 A1

[続葉有]



1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-4 3 株式会社
 タムラ製作所内 Tokyo (JP). 白井 大 (SHIRAI, Masaru)
 [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-4 3
 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 平塙 篤志 (HI-
 RATSUKA, Atsushi) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区
 東大泉 1-19-4 3 株式会社タムラ製作所内 Tokyo
 (JP).

(74) 代理人: 高橋 勇 (TAKAHASHI, Isamu); 〒1010031 東
 京都千代田区東神田 1 丁目 10 番 7 号 篠田ビル 7 階
 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
 可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
 BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
 DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
 ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
 LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
 NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
 US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
 が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
 SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ,
 BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
 BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
 IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
 OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
 MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
 — 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
 各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
 のガイド」を参照。

(57) 要約:

基板上へのバンプ形成にあたり、塗布工程を簡略化出来るはんだ組成物を提供する。

液状体 12 とはんだ粒子 11 との混合物からなるはんだ組成物 10 であり、液状体 12 は、酸化膜を除去する反応温度が前記はんだ粒子の融点近傍である有機酸からなるフラックス成分を含み、常温で流動して基板 20 に層状に堆積する粘性を有している。はんだ粒子 11 は、液状体 12 内をはんだ母材に向けて沈降するとともに、液状体 12 内に均一に分散可能な混合比及び粒径を有する粒剤である。このようなはんだ組成物をパッド電極 22 を有する基板 20 上に塗布・加熱することで、フラックス成分との反応で表面酸化膜が除去されたパッド電極 22 に対してはんだ粒子 11 の付着し、母材上に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子 11 のはんだ付けが促進される一方、はんだ粒子 11 同士の合体はフラックス成分の反応生成物で阻害され、ブリッジのないはんだバンプ 23 が形成される。

明 細 書

はんだ組成物及びこれを用いたバンプ形成方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば半導体基板やインターPOーラ基板の上に突起状のはんだバンプを形成してFC(flip chip)やBGA(ball grid array)を製造する際に用いられるはんだ組成物、及びこれを用いたバンプ形成方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の一般的なはんだバンプの形成方法は、スクリーン印刷法やディスペンス法などを用いて基板のパッド電極上にはんだペーストを塗布し、このはんだペーストを加熱してリフローする、というものであった。なお、はんだペーストは「クリームはんだ」とも呼ばれる。

[0003] 一方、特許文献1には、特殊なはんだ粉末とフラックスとの混合物からなるはんだペーストが記載されている。このはんだ粉末は、はんだ粒子を空気中で流動させることにより、はんだ粒子の表面に酸化膜を形成したものである。この強制的に形成した酸化膜は、リフロー時にフラックスの作用に抗して、はんだ粒子同士の合体を抑える働きをするという。そのため、このはんだペーストを基板上にベタ塗りしてリフローすると、パッド電極間ではんだブリッジが発生にくくなるので、パッド電極の高密度化及び微細化に適する、ということである。なお、パッド電極間のはんだブリッジは、はんだ粒子同士が合体して大きな塊となって、隣接するパッド電極の両方に接してしまったために起こる。

[0004] 特許文献1:特開2000-94179号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] このように、従来のはんだバンプの形成には、はんだペーストを用いていた。しかしながら、はんだペーストには、次のような問題があつた。

[0006] (1)はんだペーストを基板上に塗布するには、印刷機や吐出機等の設備を必要とし、かつ正確な位置に印刷又は吐出するための時間及び手間がかかっていた。例え

ベタ塗りによって精密なマスクを不要にしても、スキージやドクターブレードを使用してはんだペーストを均一な厚みにする工程が必要になる。

[0007] (2) 近年の更なる多電極化、高密度化及び微細化に対して、スクリーン印刷法やディスペンス法では対応できなくなりつつある。すなわち、スクリーン印刷法では、メタルマスクの開口を微細化する必要があるので、メタルマスクの機械的強度が低下したり、メタルマスクの開口からはんだペーストが抜け難くなったりする、という問題が生じてきた。ディスペンス法では、多数のパッド電極の上に一つずつはんだペーストを載せていくので、パッド電極が多くなるほど量産には向かなくなる。

[0008] (3) 特許文献1のはんだペーストでは、はんだ粒子の酸化膜の膜厚を、精度良く形成しなければならなかった。なぜなら、厚すぎるとパッド電極にはんだが濡れなくなり、薄すぎるとはんだ粒子同士が合体してしまうからである。しかも、フラックスの状態や種類によってもフラックスの作用が変化するので、これらに合わせて酸化膜の膜厚を精度良く制御する必要があった。一方、適切な膜厚の酸化膜を形成できなければ、パッド電極の高密度化及び微細化を達成できないことになる。

[0009] そこで、本発明の第一の目的は、基板上へ塗布する工程を簡略化できる、はんだ組成物及びこれを用いたバンプ形成方法を提供することにある。本発明の第二の目的は、はんだ粒子の酸化膜を形成する工程を不要とし、これにより製造工程の簡略化並びにはんだバンプの高密度化及び微細化を確実に達成できる、はんだ組成物及びこれを用いたバンプ形成方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するため、本発明に係るはんだ組成物は、液状体とはんだ粒子との混合物からなるはんだ組成物において、前記液状体は、反応温度が前記はんだ粒子の融点近傍であるフラックス成分を含み、常温で流動して母材に層状に堆積する粘性を有し、前記はんだ粒子は、前記液状体内を母材に向けて沈降するとともに、前記液状体内に均一に分散可能な混合比及び粒径を有する粒剤であることを特徴とするものである。

[0011] 本発明に係るはんだ組成物は、フラックス成分を含む液状体が常温で流動して母材に層状に堆積するので、この点においてはんだペーストとは全く異なる。このような

性質(流動性)を得るには、液状体の常温での粘度が低いこと、はんだ粒子の混合比が小さいこと、及びはんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。はんだ粒子の粒径は、 $35\text{ }\mu\text{m} - 1\text{ }\mu\text{m}$ 付近の範囲内に設定される。そして、例えばはんだ粒子の粒径は、好ましくは $35\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下、最も好ましくは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下に設定することが望ましい。

- [0012] また、本発明に係るはんだ組成物は、次のような構成にしてもよい。はんだ粒子の表面酸化膜には自然酸化膜のみを有する。液状体のフラックス成分は、はんだ粒子同士の合体をその反応生成物によって抑制しつつ、はんだ粒子と母材とのはんだ付けを促進するとともに、母材上に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子との合体を促進するものである。このようなフラックス成分は、本発明者が実験及び考察を繰り返して発見したものである。
- [0013] このようなフラックス成分としては、例えば酸が挙げられる。酸は無機酸(例えば塩酸)と有機酸(例えば脂肪酸)とに大別できるが、ここでは有機酸を例に説明する。
- [0014] 本発明者は、「有機酸は、はんだ粒子同士を合体させる作用は小さいが、パッド電極にはんだ濡れを生じさせる作用は大きい。」ということを見出した。このような作用が生じる理由として、次の(1), (2)のようなことが考えられる。
- [0015] (1)有機酸には、はんだ粒子の酸化膜を除去する作用が弱い。そのため、はんだ粒子に故意に酸化膜を形成しなくても、はんだ粒子の自然酸化膜によって、はんだ粒子同士の合体を抑えることができる。したがって、本発明では、はんだ粒子の酸化膜を形成する工程が不要である。一方、特許文献1の従来技術では、フラックスの作用が強すぎるので、はんだ粒子に厚い酸化膜を形成しなければ、はんだ粒子同士が合体してしまう。
- [0016] (2)有機酸は、何らかの理由によって、はんだ粒子を母材に広げて界面を合金化するとともに、母材上に形成されたはんだ皮膜にはんだ粒子を合体させる作用がある。はんだ粒子同士はほとんど合体しないにもかかわらず、母材上ではんだ濡れが生ずるメカニズムは定かではない。推測として、はんだ粒子と母材との間で、僅かな酸化膜を打ち破る何らかの反応が起こっていると考えられる。例えば、金メッキされた母材であれば、金のはんだ中への拡散効果により、はんだ粒子に例え薄い酸化膜があ

ったとしてもはんだ濡れが生ずる。銅からなる母材の場合は、銅が有機酸と反応して有機酸銅塩となり、その有機酸銅塩がはんだと接触することによりイオン化傾向の差から還元され、金属銅がはんだ中に拡散してはんだ濡れが進行する。母材上に形成されたはんだ皮膜にはんだ粒子が合体する理由については、例えば表面張力が考えられる。

[0017] また、はんだ粒子とともに混合される液状体は油脂であり、この液状体中に含まれるフラックス成分は油脂中に含まれる遊離脂肪酸である、としてもよい。油脂は、様々な用途で広く流通しているので入手しやすく安価かつ無害であり、しかも遊離脂肪酸という有機酸(フラックス成分)を元々含んでいる。特に、脂肪酸エステル(例えばネオペンチルポリオールエステル)は、一般に熱・酸化安定性に優れるので、はんだ付けのフラック成分としては最適である。また、フラックス成分としての遊離脂肪酸の含有量を十分なものとするために、油脂の酸価は1以上であることが好ましい。酸価とは、油脂中に含まれる遊離脂肪酸を中和するのに要する水酸化カリウムのミリグラム数をいう。すなわち、酸価の値が大きいほど、遊離脂肪酸が多く含まれることになる。

[0018] 本発明のはんだ組成物において使用する油脂は、バンプ形成が完了するまで存在し、その間にはんだが空気と直接接触することを防ぐことにより、はんだの酸化を抑制する。また、油脂に含まれた有機酸は、はんだ表面の酸化膜の除去に寄与するものの、はんだ表面の酸化膜を完全に除去してしまわないように、その含有量を制御する。これにより、はんだ粒子同士の合体を抑えつつ、母材表面にはんだ付け可能となる状態を実現することができる。有機酸は母材表面の酸化膜を除去するに足る量が必要であり、そのために油脂の酸価は1以上であることが好ましい。

[0019] 本発明のはんだ組成物は、油脂に有機酸(フラックス成分)が含まれるものである。この有機酸は、油脂中に元々含まれているものでも、後から添加したものでも、どちらでも良い。有機酸には、はんだ粒子及び母材の酸化膜を還元する効果がある。また、本発明者は、油脂中の有機酸量を適切に制御してはんだ粒子表面に僅かな酸化膜を残すことにより、はんだ粒子同士の合体を抑えつつ、母材上へはんだ付けが可能となることを見出した。また、はんだに錫が含まれる場合は、有機酸がはんだ表面の酸化膜を還元する過程で有機酸錫塩が副生成物として得られ、この有機酸錫

塩がはんだ粒子同士の合体を大幅に抑制することも、本発明者が見出した。これらの現象を制御することにより、はんだ粒子同士の合体を防ぎつつ、例えばパッド電極上にショートの生じないはんだバンプを形成できる。

- [0020] 本発明に係るバンプ形成方法は、母材に本発明に係るはんだ組成物を層状に堆積する堆積工程と、母材上のはんだ組成物を加熱してフローするリフロー工程とを備えたものである。本発明に係るはんだ組成物を母材上に滴下すると、はんだ組成物が自重で広がって層状い堆積する。このときは、常温でよく、しかも、はんだ組成物の自然落下を利用できる。そのため、印刷機や吐出機を用いなくても、はんだ組成物を簡単に母材上に塗布できる。
- [0021] また、堆積工程の前に、はんだ組成物を攪拌することによってはんだ粒子を液状体中に均一に分散させる攪拌工程を設けてもよい。この場合は、はんだ粒子が比重差によって液状体中に沈降していくても、はんだ組成物を攪拌することによって、はんだ粒子が液状体内に均一に分散して母材に対して均一に分布する。
- [0022] また、堆積工程の途中又は後に、母材を水平に回転させることによってはんだ組成物を均一な厚みにするスピンドコート工程を設けてもよい。基板を水平に回転させることによって、母材上の余分なはんだ組成物が振り切られるので、母材上のはんだ組成物の厚みが速く均一化し、薄く均一化し、及びより正確に均一化する。
- [0023] また、堆積工程では、容器内に母材を入れてはんだ組成物を注入させることにより、容器内においてはんだ組成物中に母材を浸漬するようにしてもよい。この場合は、母材上のはんだ組成物の厚みを、はんだ組成物の表面張力や粘度に頼らずに、任意の値にできる。なお、はんだペーストでは、印刷厚やはんだ粒子の含有量を調整することによって、はんだバンプの大きさ(高さ)を変えていた。これに対して、本発明では、マスクを使用しないため、はんだ組成物の厚みを変更する際に、従来のようにマスク厚みや開口径を変更する必要がなく、はんだ組成物の滴下量を調整するだけで、簡単にはんだバンプの大きさ(高さ)を変えられる。
- [0024] なお、ここでいう「はんだ」には、はんだバンプ形成用に限らず、半導体チップのダイボンディング用や、例えば銅管の接合用に用いられる「軟ろう」と呼ばれるもの等も含まれるとともに、当然のことながら鉛フリーはんだも含まれる。「はんだバンプ」には、

半球状や突起状のものに限らず、膜状のものも含まれる。「はんだ皮膜」とは、膜状のものに限らず、半球状や突起状のものも含むものとする。「基板」には、半導体ウエハや配線板などが含まれる。「液状体」は、液体の他に流動体などでもよく、油脂の他にフッ素系高沸点溶剤やフッ素系オイルなどでもよい。

発明の効果

- [0025] 本発明に係るはんだ組成物によれば、常温の状態で平面に滴下すると液状体及びはんだ粒子がともに自重で広がって層状に堆積するので、印刷機や吐出機を用いなくても簡単に母材上に塗布できる。
- [0026] また、本発明に係るはんだ組成物によれば、はんだ粒子の表面酸化膜には自然酸化膜のみを有し、はんだ粒子とともに混合される液状体に特殊なフラックス成分が含まれ、このフラックス成分の反応生成物によって、フロー時にははんだ粒子同士の合体が抑えられ、はんだ粒子がパッド電極上に広がって母材上のはんだ皮膜と合体することにより、はんだブリッジの発生を抑えつつ、はんだ付けを行うことができる。しかも、はんだ粒子の酸化膜を形成する工程が不要であるので、製造工程を簡略化できるとともに、酸化膜の膜厚の正確な制御も不要になるので、はんだつけを確実に高密度化及び微細化できる。すなわち、本発明に係るはんだ組成物によれば、はんだ粒子が溶融した際にはんだ粒子同士の合体が少ないので、例えば狭ピッチのパッド電極に対しても、はんだ量のばらつきが少なく、かつパッド電極間のショートが生じることのない、はんだバンプを形成することができる。
- [0027] 液状体に含まれるフラックス成分を有機酸とした場合は、はんだ粒子の自然酸化膜を除去する過程で生じた有機金属塩が、はんだ粒子同士の合体を抑制することにより、前述したフラックス成分の作用を容易に得ることができる。
- [0028] はんだ粉末とともに混合される液状体を油脂とした場合は、製造コストを低減できるとともに、廃棄物となつても環境への影響を軽減できる。しかも、油脂には遊離脂肪酸という有機酸が元々含まれているので、有機酸の添加を省略できる。
- [0029] 油脂を脂肪酸エステルとした場合は、脂肪酸エステルが最も一般的な油脂であることから更に製造コストを低減でき、しかも熱・酸化安定性にも優れるので、はんだ付けに好適に用いることができる。また、脂肪酸エステルは、活性剤として使用する有機

酸との相溶性も良いことから、液特性の安定性を向上できる。

- [0030] 油脂の酸価を1以上とした場合は、遊離脂肪酸(フラックス成分)が十分に含まれることにより、パッド電極やはんだ粒子の酸化膜を適切に除去できるので、はんだ濡れ性を向上できる。
- [0031] 本発明に係るバンプ形成方法によれば、本発明に係るはんだ組成物を層状に母材上に堆積する堆積工程と、はんだ組成物を加熱してフローするリフロー工程とを備えたことにより、印刷機や吐出機を用いなくても、はんだ組成物を簡単に母材上に塗布できるので、生産性を向上できる。
- [0032] 堆積工程の前に攪拌工程を設けた場合は、はんだ粒子を母材上により均一に分布させることができる。
- [0033] 堆積工程の途中又は後にスピンドルコート工程を設けた場合は、母材上のはんだ組成物の厚みを速く均一化でき、かつ薄く均一化でき、しかも、より正確に均一化できる。
- [0034] 堆積工程においてはんだ組成物中に母材を浸漬する場合は、母材上のはんだ組成物の厚みを所望の値に設定できる。つまり、はんだ組成物の滴下量を調整するだけで、はんだバンプの大きさ(高さ)を簡単に変えることができる。

発明を実施するための最良の形態

- [0035] 図1は、本発明に係るはんだ組成物の一実施形態を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。なお、図1は、基板上にはんだ組成物を塗布した状態であり、上下方向は左右方向よりも拡大して示している。
- [0036] 本実施形態のはんだ組成物10は、多数のはんだ粒子11と脂肪酸エステルからなる液状体12との混合物からなり、例えばパッド電極22にはんだバンプを形成するために用いられる。そして、液状体12は、反応温度が前記はんだ粒子11の融点近傍であるフラックス成分を含み、常温で流動して母材の一例である基板20に層状に堆積する粘性を有している。はんだ粒子11は、液状体12内を母材の一例である基板20に向けて沈降するとともに、液状体12内に均一に分散可能な混合比及び粒径を有する粒剤である。
- [0037] また、はんだ粒子11の表面酸化膜には自然酸化膜(図示せず)のみを有する。液状体12は、脂肪酸エステルであるので、有機酸の一種である遊離脂肪酸(フラックス

成分)を元々含んでいる。遊離脂肪酸は、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態で、その反応生成物によりはんだ粒子11同士の合体を抑制しつつ、はんだ粒子11とパッド電極22とのはんだ付けを促進するとともに、パッド電極上22に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子11との合体を促進する作用を有する。

- [0038] 液状体12に含まれる有機酸は、必要に応じて添加しても良い。つまり、はんだ粒子11の酸化度合いや分量に応じて、液状体12の有機酸含有量を調整する。例えば、多量のはんだバンプを形成する場合は、はんだ粒子11も多量になるので、全てのはんだ粒子11の酸化膜を還元するのに十分な有機酸を含有する必要がある。一方、バンプ形成に使用される以上の過剰なはんだ粒子11を加える場合は、有機酸の含有量を少なくして液状体12の活性力を落とすことにより、はんだ粉末粒度分布でいうところの微細な側のはんだ粒子11を溶かさないようにして、比較的大きなはんだ粒子11のみで最適なバンプ形成を行うことも可能である。この際、溶けずに残った微細なはんだ粒子11は、はんだ粒子11同士の合体を防ぐことにより、パッド電極22のショートを低減させる効果も持つ。
- [0039] はんだ粒子11は液状体12中に均一に分散している必要があるので、はんだ組成物10は使用直前に攪拌しておくことが望ましい。はんだ粒子11としては、錫鉛系はんだ又は鉛フリーはんだ等を使用する。隣接するパッド電極22同士の周端間の最短距離aよりも、はんだ粒子11の直径bを小さくするとよい。この場合、隣接する二つのパッド電極22上のはんだ皮膜にそれぞれ到達したはんだ粒子11同士は、接触しないため、合体してはんだブリッジを形成することがない。
- [0040] はんだ組成物10は、パッド電極22を有する基板20上に、常温において自然落下により滴下させる。これだけで、基板20上に均一な厚みのはんだ組成物10を塗布できる。つまり、スクリーン印刷やディスペンサを用いることなく、均一な膜厚のはんだ組成物10の塗布膜を基板20上に形成する。塗布の均一性ははんだバンプのばらつきに影響を及ぼすため、できる限り均一に塗布する。その後、基板20全体を均一に加熱することにより、はんだバンプの形成が可能となる。加熱は短時間ではんだ融点以上まで昇温する。短時間で昇温することにより、プロセス中の有機酸活性力の低下を抑えることができる。

- [0041] 次に、本実施形態で使用する基板20について説明する。基板20はシリコンウェハである。基板20の表面21には、パッド電極22が形成されている。パッド電極22上には、本実施形態の形成方法によってはんだバンプが形成される。基板20は、はんだバンプを介して、他の半導体チップや配線板に電気的及び機械的に接続される。パッド電極22は、形状が例えば円であり、直径cが例えば $40 \mu\text{m}$ である。隣接するパッド電極22の中心間の距離dは、例えば $80 \mu\text{m}$ である。はんだ粒子14の直径bは、例えば $3\text{--}15 \mu\text{m}$ である。
- [0042] パッド電極22は、基板20上に形成されたアルミニウム電極24と、アルミニウム電極24上に形成されたニッケル層25と、ニッケル層25上に形成された金層26とからなる。ニッケル層25及び金層26はUBM (under barrier metal又はunder bump metallurgy) 層である。基板20上のパッド電極22以外の部分は、保護膜27で覆われている。
- [0043] 次に、パッド電極22の形成方法について説明する。まず、基板20上にアルミニウム電極24を形成し、アルミニウム電極24以外の部分にポリイミド樹脂又はシリコン窒化膜によって保護膜27を形成する。これらは、例えばフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて形成される。続いて、アルミニウム電極24表面にジンケート処理を施した後に、無電解めつき法を用いてアルミニウム電極24上にニッケル層25及び金層26を形成する。このUBM層を設ける理由は、アルミニウム電極24にはんだ濡れ性を付与するためである。
- [0044] はんだ粒子11としては、例えばSn—Pb(融点 183°C)、Sn—Ag—Cu(融点 218°C)、Sn—Ag(融点 221°C)、Sn—Cu(融点 227°C)、その他の鉛フリーはんだ等を使用する。
- [0045] 図2及び図3は、本発明に係るバンプ形成方法の一実施形態を示す断面図である。図2は滴下工程であり、図2[1]—図2[3]の順に工程が進行する。図3は、リフロー工程であり、図3[1]—図3[3]の順に工程が進行する。以下、図1乃至図3に基づき説明する。ただし、図1と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。
- [0046] 図2では、基板20上のパッド電極22の図示を略している。まず、図2[1]に示すように、受け容器30に基板20を入れる。そして、注ぎ容器31中で必要に応じはんだ組

成物10を搅拌した後、注ぎ口32からはんだ組成物10を基板20上に滴下させる。すると、はんだ組成物10が自重で広がって均一な厚みになる。このときは、常温でよく、しかも、はんだ組成物10の自然落下を利用できる。そのため、印刷機や吐出機を用いなくても、はんだ組成物10を簡単に基板20上に塗布できる。

- [0047] なお、受け容器30は、リフロー工程で基板20とともに加熱するので、耐熱性があつて熱伝導が良く、かつはんだ粒子11によるはんだ濡れが生じない金属例えばアルミニウムからなる。また、堆積工程の途中又は後に、基板10を水平に回転させることによって、基板20上のはんだ組成物10を均一な厚みにしてもよい。基板10を水平に回転させるには、市販のスピンドルコート装置を用いればよい。
- [0048] 堆積工程の終了は、はんだ組成物10中に基板20が浸漬されるまで、はんだ組成物10を滴下するか否かによって二通りに分かれる。図2[2]は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬しない場合である。この場合、基板20上に層状に堆積するはんだ組成物10の厚みt1は、はんだ組成物10の主に表面張力及び粘性によって決まる値である。一方、図2[3]は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬する場合である。この場合、基板20上に層状に堆積するはんだ組成物10の厚みt2は、滴下するはんだ組成物10の量に応じた所望の値に設定できる。
- [0049] 以上の堆積工程によって、図1に示すように、複数のパッド電極22が離間して設けられた基板20上に、はんだ組成物10がベタ塗りによって載置されることになる。このとき、複数のバンブ電極22上及びこれらの間隙の保護膜27上を含む面に、全体的にはんだ組成物10が載置される。はんだ組成物10は、ちょうどインクのような状態である。
- [0050] 続いて、リフロー工程で、基板20及びはんだ組成物10の加熱が始まると、液状体12の粘性が更に低下する。すると、図3[1]に示すように、はんだ粒子11は、液状体12よりも比重が大きいので、沈降してパッド電極22上及び保護膜27上に積み重なる。
- [0051] 続いて、図3[2]に示すように、はんだ組成物10がはんだ粒子11の融点以上に加熱される。このとき、液状体12に含まれる有機酸(フラックス成分)の作用によって、次のような状態が引き起こされる。まず、はんだ粒子11同士は、有機酸の反応生成物によって合体が抑えられる。ただし、図3[2]では図示していないが、一部のはんだ粒

子11同士は合体して大きくなる。つまり、はんだ粒子11同士は合体しても一定の大きさ以下であれば問題ない。一方、はんだ粒子11は、パッド電極20上に広がって界面に合金層を形成する。その結果、パッド電極20上にはんだ皮膜23'が形成され、はんだ皮膜23'に更にはんだ粒子11が合体する。すなわち、はんだ皮膜23'は成長して、図2[3]に示すようなはんだバンプ23となる。

[0052] なお、図3[3]において、はんだバンプ23の形成に使用されなかつたはんだ粒子11は、残った液状体12とともに後工程で洗い落とされる。

[0053] 次に、本実施形態の他の作用及び効果について説明する。

[0054] 本実施形態のはんだ組成物10によれば、表面に自然酸化膜のみを有する多数のはんだ粒子11からはんだけ(集合体)が構成され、はんだけとともに混合される液状体12に有機酸(フラックス成分)が含まれ、この有機酸の反応生成物によって、フロー時にはんだけ11同士が合体しにくく、はんだ粒子11がパッド電極22上に広がってパッド電極22上のはんだ皮膜23'と合体することにより、パッド電極22間でのはんだブリッジの発生を抑えつつ、はんだバンプ23を形成できる。しかも、はんだ粒子11の酸化膜を形成する工程が不要であるので製造工程を簡略化できるとともに、酸化膜の膜厚の正確な制御も不要になるのではんだバンプ23を確実に高密度化及び微細化できる。

[0055] 本発明に係るバンプ形成方法によれば、複数のパッド電極22が離間して設けられた基板20上に、本実施形態のはんだ組成物10を層状に堆積し、基板20上のはんだ組成物10を加熱してフローすることにより、液状体12に含まれる有機酸の作用によって高密度かつ微細なはんだバンプ23を形成できる。また、基板20上にベタ塗りではんだ組成物10を堆積しても、フロー時にはんだけ11同士がほとんど合体しないことにより、パッド電極22間でのはんだブリッジの発生を抑えられるので、簡単な方法ではんだバンプ23を高密度かつ微細に形成できる。

[0056] なお、本発明は、言うまでもないが、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、母材としては、シリコンウェハ(FC)の代えて、微細ピッチのサブストレートやインターポーラ、更に配線板(BGA)を用いてよい。また、電極材料は、アルミニウムに限らず、Al-Si、Al-Si-Cu、Al-Cu、Cuなどを用いてよい。

実施例 1

- [0057] 以下、本実施形態を更に具体化した実施例1について説明する。
- [0058] はんだ粒子は、組成が96. 5wt%Sn—3. 0wt%Ag—0. 5wt%Cu(融点218°C)であり、直径が平均 $6\text{ }\mu\text{m}$ (粒度分布2~11 μm)のものを使用した。液状体には、脂肪酸エステルの一種(トリメチールプロパントリオレエート)を使用した。この脂肪酸エステルの主な性状は、40°Cでの動粘度が48. 3mm²/s、100°Cでの動粘度が9. 2mm²/s、酸価が2. 4である。有機酸(フラックス成分)は添加せずに、脂肪酸エステルに元々含まれる遊離脂肪酸(フラックス成分)を利用した。また、脂肪酸エステルは水分の影響を極力抑えるために水の蒸気圧以下の真空脱泡を行った。
- [0059] はんだバンプ形成用の基板には、10mm□のシリコンチップを使用した。シリコンチップ上には、80 μm ピッチのパッド電極が二次元アレイ状に形成されていた。パッド電極の形状は40 μm □であった。パッド電極表面の材質は、無電解ニッケルめっき上に形成されたコンマ数ミクロンの膜厚の金めっきであった。保護膜の材質はシリコン窒化物であった。
- [0060] 50mlの脂肪酸エステル中に2. 0gのはんだ粉末を分散させたはんだ組成物を、マイクロピペットを用いて滴下することにより、基板上全面に50 μl 定量塗布した。その後、ホットプレート上でシリコンチップをはんだ融点以上まで加熱(70°C/min.)することにより、はんだバンプを形成した。その歩留まりは100%であった。

図面の簡単な説明

- [0061] [図1]本発明に係るはんだ組成物の一実施形態を示す断面図である。
- [図2]本発明に係るバンプ形成方法の一実施形態を示す断面図(滴下工程)であり、図2[1]~図2[3]の順に工程が進行する。
- [図3]本発明に係るバンプ形成方法の一実施形態を示す断面図(リフロー工程)であり、図3[1]~図3[3]の順に工程が進行する。

符号の説明

- [0062]
- 10 はんだ組成物
 - 11 はんだ粒子
 - 12 液状体

- 20 基板
- 21 基板の表面
- 22 パッド電極
- 23 はんだバンプ
- 23' はんだ皮膜
- 30 受け容器
- 31 注ぎ容器
- 32 注ぎ口

請求の範囲

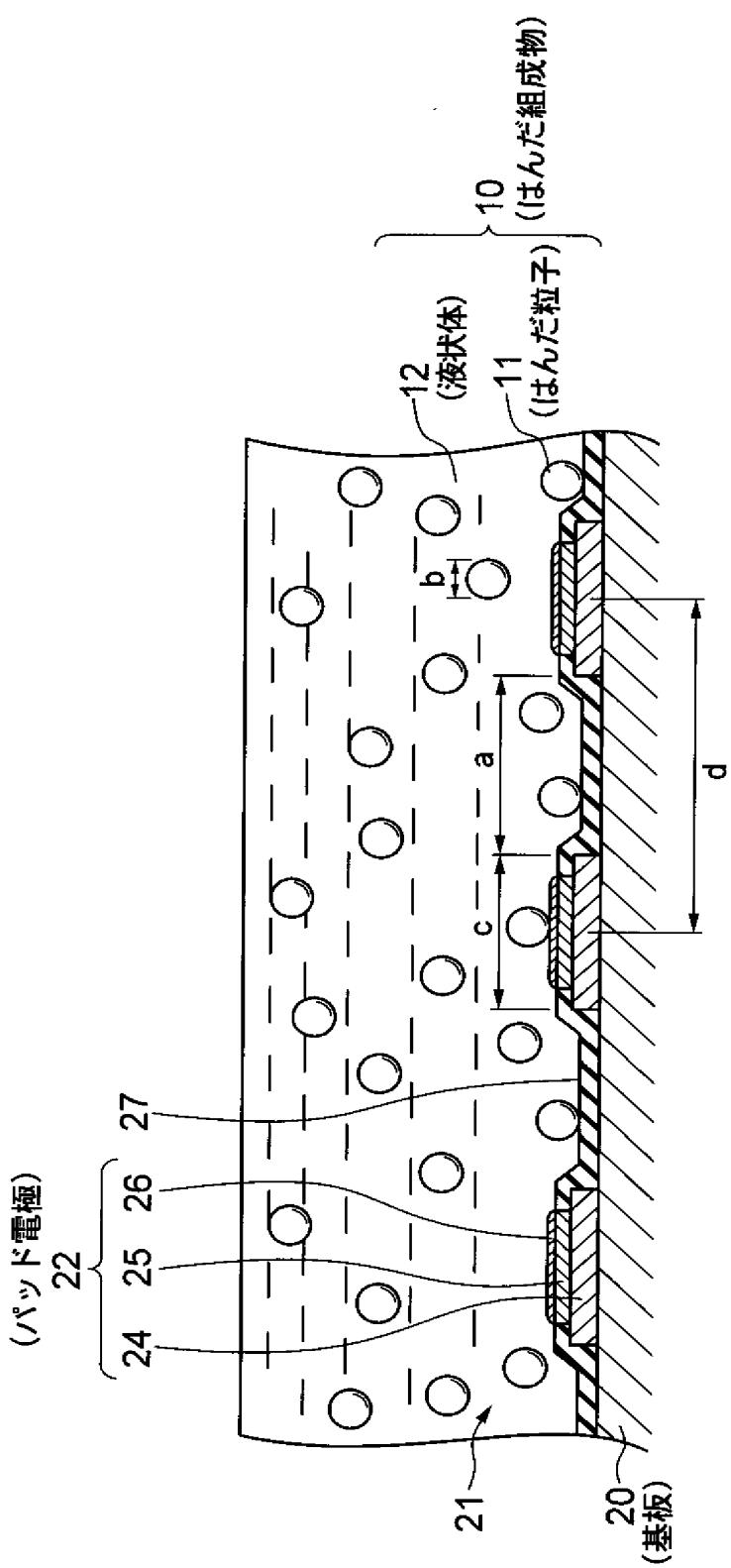
- [1] 液状体とはんだ粒子との混合物からなるはんだ組成物において、前記液状体は、反応温度が前記はんだ粒子の融点近傍であるフラックス成分を含み、常温で流動して母材に層状に堆積する粘性を有し、前記はんだ粒子は、前記液状体内を母材に向けて沈降するとともに、前記液状体内に均一に分散可能な混合比及び粒径を有する粒剤であることを特徴とするはんだ組成物。
- [2] 前記はんだ粒子の混合比が30wt%以下であることを特徴とする請求項1に記載のはんだ組成物。
- [3] 前記はんだ粒子の粒径が $35\text{ }\mu\text{m}$ 以下であるであることを特徴とする請求項1に記載のはんだ組成物。
- [4] 前記はんだ粒子の表面酸化膜には、自然酸化膜のみを有することを特徴とする請求項1に記載のはんだ組成物。
- [5] 前記液状体に含まれるフラックス成分は、前記はんだ粒子同士の合体をその反応生成物によって抑制しつつ、前記はんだ粒子と前記母材とのはんだ付けを促進するとともに、前記母材上に形成されるはんだ皮膜と前記はんだ粒子との合体を促進することを特徴とする請求項1に記載のはんだ組成物。
- [6] 前記フラックス成分は、酸であることを特徴とする請求項5に記載のはんだ組成物。
- [7] 前記酸が有機酸であることを特徴とする請求項6に記載のはんだ組成物。
- [8] 前記液状体が油脂であることを特徴とする請求項1に記載のはんだ組成物。
- [9] 前記フラックス成分が前記油脂中に含まれる遊離脂肪酸であることを特徴とする請求項8に記載のはんだ組成物。
- [10] 前記油脂が脂肪酸エステルであることを特徴とする請求項8に記載のはんだ組成物。
- [11] 前記脂肪酸エステルがネオペンチルポリオールエステルであることを特徴とする請求項10に記載のはんだ組成物。
- [12] 前記油脂の酸価が1以上であることを特徴とする請求項8に記載のはんだ組成物。
- [13] 反応温度がはんだ粒子の融点近傍であるフラックス成分を含み、常温で流動して

母材に層状に堆積する粘性を有する液状体と、前記液状体内を母材に向けて沈降するとともに、前記液状体内に均一に分散可能な混合比及び粒径を有するはんだ粒子との混合物からなるはんだ組成物を母材上に堆積する堆積工程と、

前記はんだ組成物を加熱し、前記はんだ粒子からなるバンプを前記母材に形成するリフロー工程とを有することを特徴とするバンプ形成方法。

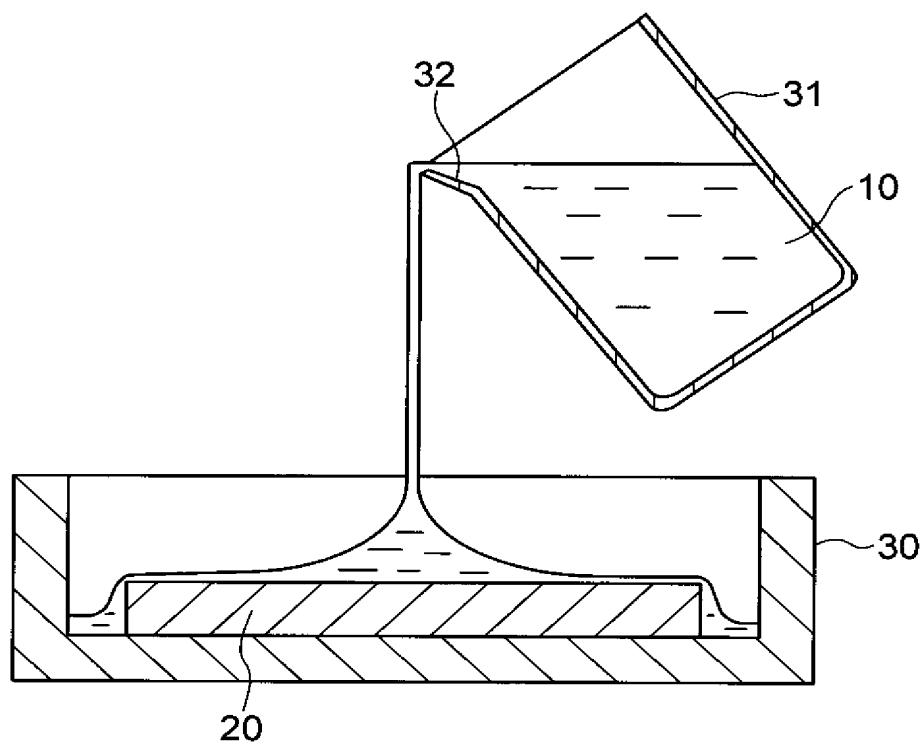
- [14] 前記堆積工程の前段階において、前記はんだ組成物を攪拌することによって前記はんだ粒子を前記液状体中に均一に分散させることを特徴とする請求項13に記載のバンプ形成方法。
- [15] 前記堆積工程において、前記母材を回転させることによって前記はんだ組成物を均一な厚みにスピンドルコートすることを特徴とする請求項13に記載のバンプ形成方法。
- [16] 前記堆積工程において、前記母材をセットした容器内に前記はんだ組成物を注入し、前記はんだ組成物中に前記母材を浸漬することを特徴とする請求項13に記載のバンプ形成方法。

[図1]

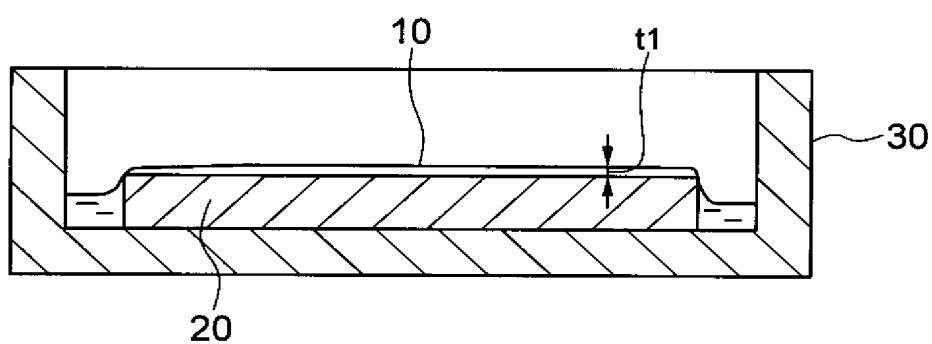


[図2]

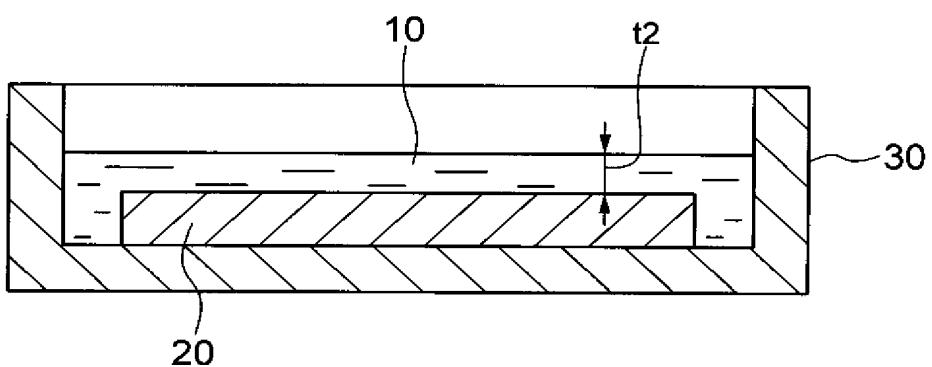
[1]



[2]

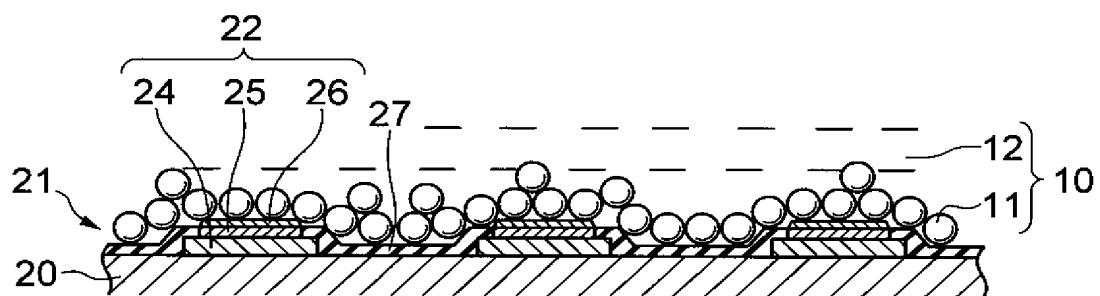


[3]

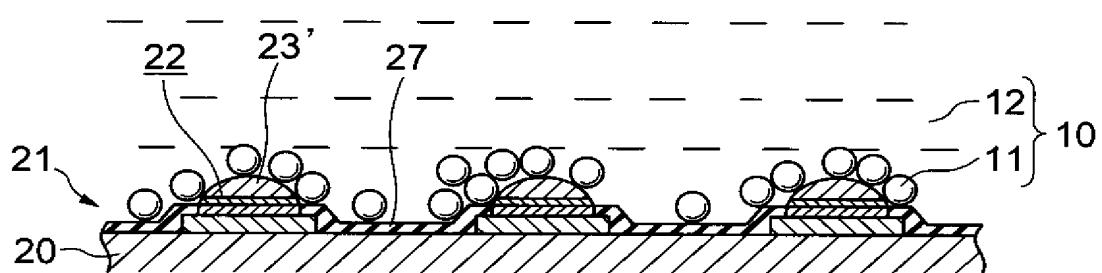


[図3]

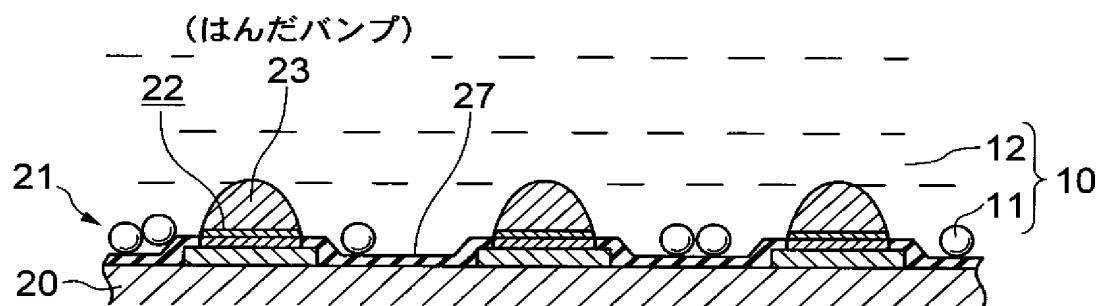
[1]



[2]



[3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/60, B23K35/26, H01L23/12, H05K3/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/60, B23K35/26, H01L23/12, H05K3/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-125169 A (Fujitsu Ltd.), 06 May, 1994 (06.05.94), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-16
A	JP 11-346050 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 December, 1999 (14.12.99), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-16
A	JP 5-391 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 08 January, 1993 (08.01.93), Full text (Family: none)	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 April, 2005 (06.04.05)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004749

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-182579 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 05 July, 1994 (05.07.94), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-16
A	JP 5-96396 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 20 April, 1993 (20.04.93), Full text (Family: none)	1-16
A	JP 11-77376 A (Nihon Handa Kabushiki Kaisha), 23 March, 1999 (23.03.99), Full text (Family: none)	6-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int.Cl.⁷ H01L21/60, B23K35/26, H01L23/12, H05K3/34

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.⁷ H01L21/60, B23K35/26, H01L23/12, H05K3/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 6-125169 A (富士通株式会社) 1994.05.06, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 11-346050 A (松下電器産業株式会社) 1999.12.14, 全文, 図1-4 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 5-391 A (古河電気工業株式会社) 1993.01.08, 全文 (ファミリーなし)	1-16

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.04.2005

国際調査報告の発送日

26.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

市川 篤

4R 9544

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 6-182579 A (古河電気工業株式会社) 1994.07.05, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 5-96396 A (古河電気工業株式会社) 1993.04.20, 全文 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 11-77376 A (ニホンハンダ株式会社) 1999.03.23, 全文 (ファミリーなし)	6-12